

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representation of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY

As rescanning documents *will not* correct images, please do not report the images to the Image Problem Mailbox.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-123976
(43)Date of publication of application : 28.04.2000

(51)Int. Cl. H05B 33/22
H05B 33/14
H05B 33/26

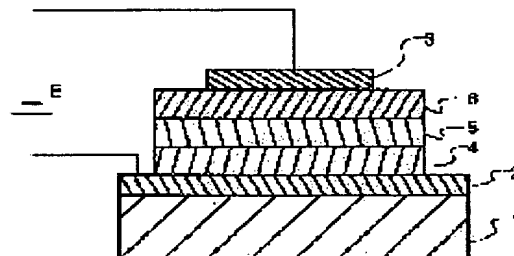
(21)Application number : 10-303350 (71)Applicant : TDK CORP
(22)Date of filing : 09.10.1998 (72)Inventor : ARAI MICHIO
KOBORI ISAMU
MIHASHI ETSUO

(54) ORGANIC EL ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a low-cost organic EL element with long service life, weather resistance, high stability and high efficiency.

SOLUTION: An organic EL element includes a substrate 1, a pair of hole filling electrode 2 and electron injection electrode formed on the substrate and an organic layer related to at least light emitting function and provided between the electrodes, the organic EL element having an inorganic electron injection and transporting layer 6 containing at least one type of oxide as first component selected out of lithium oxide, rubidium oxide, potassium oxide, sodium oxide and cesium oxide, at least one type of oxide as second component selected out of strontium oxide, magnesium oxide and calcium oxide and silicon oxide and/or germanium oxide as third component.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) ; 1998, 2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-123976

(P2000-123976A)

(43)公開日 平成12年4月28日(2000.4.28)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 5 B 33/22		H 0 5 B 33/22	A 3 K 0 0 7
33/14		33/14	A
33/26		33/26	Z

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平10-303350

(22)出願日 平成10年10月9日(1998.10.9)

(71)出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 荒井 三千男

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72)発明者 小堀 勇

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(74)代理人 100082865

弁理士 石井 陽一

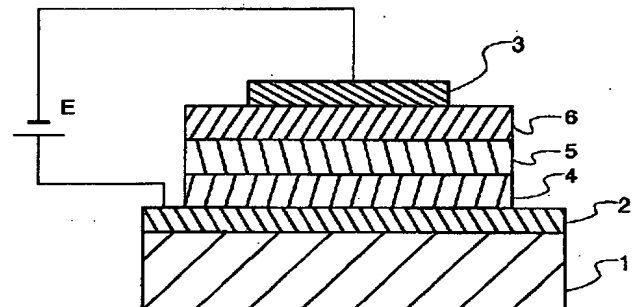
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機EL素子

(57)【要約】

【課題】 長寿命で、耐候性を備え、安定性が高く、高効率で、しかも安価な有機EL素子を実現する。

【解決手段】 基板と、この基板上に形成された一対のホール注入電極と電子注入電極と、これらの電極間に設けられた少なくとも発光機能に関与する有機層とを有し、この有機層と電子注入電極の間には、第1成分として酸化リチウム、酸化ルビジウム、酸化カリウム、酸化ナトリウム、および酸化セシウムから選択される1種以上の酸化物と、第2成分として酸化ストロンチウム、酸化マグネシウム、および酸化カルシウムから選択される1種以上の酸化物と、第3成分として酸化シリコン、および/または酸化ゲルマニウムとを含有する無機電子注入輸送層を有する有機EL素子とした。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板と、この基板上に形成された一対のホール注入電極と電子注入電極と、これらの電極間に設けられた少なくとも発光機能に関与する有機層とを有し、この有機層と電子注入電極の間には、

第 1 成分として酸化リチウム、酸化ルビジウム、酸化カリウム、酸化ナトリウム、および酸化セシウムから選択される 1 種以上の酸化物と、

第 2 成分として酸化ストロンチウム、酸化マグネシウム、および酸化カルシウムから選択される 1 種以上の酸化物と、

第 3 成分として酸化シリコン、および／または酸化ゲルマニウムとを含有する無機電子注入輸送層を有する有機 EL 素子。

【請求項 2】 前記電子注入電極は、Al, Ag, In, Ti, Cu, Au, Mo, W, Pt, Pd および Ni から選択される 1 種または 2 種以上の金属元素により形成されている請求項 1 の有機 EL 素子。

【請求項 3】 前記無機電子注入輸送層は、各構成成分が全成分に対して、

第 1 成分：5～95 mol%、

第 2 成分：5～95 mol%、

第 3 成分：5～95 mol% 含有する請求項 1 または 2 の有機 EL 素子。

【請求項 4】 前記無機電子注入輸送層の膜厚は、0.1～2 nm である請求項 1～3 のいずれかの有機 EL 素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、有機 EL（電界発光）素子に関し、詳しくは、有機化合物の薄膜に電界を印加して光を放出する素子に用いられる無機／有機接合構造に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に有機 EL 素子は、ガラス基板上に ITO などの透明電極を形成し、その上に有機アミン系のホール輸送層、電子導電性を示しかつ強い発光を示すたとえば Alq3 材からなる有機発光層を積層し、さらに、MgAg などの仕事関数の小さい電極を形成した構造の基本素子としている。

【0003】 これまでに報告されている素子構造としては、ホール注入電極及び電子注入電極の間に 1 層または複数層の有機化合物層が挟まれた構造となっており、有機化合物層としては、2 層構造あるいは 3 層構造がある。

【0004】 2 層構造の例としては、ホール注入電極と電子注入電極の間にホール輸送層と発光層が形成された構造または、ホール注入電極と電子注入電極の間に発光層と電子輸送層が形成された構造がある。3 層構造の例としては、ホール注入電極と電子注入電極の間にホール

2

輸送層と発光層と電子輸送層とが形成された構造がある。また、単一層に全ての役割を持たせた単層構造も高分子や混合系で報告されている。

【0005】 図 3 および図 4 に、有機 EL 素子の代表的な構造を示す。

【0006】 図 3 では基板 11 上に設けられたホール注入電極 12 と電子注入電極 13 の間に有機化合物であるホール輸送層 14 と発光層 15 が形成されている。この場合、発光層 15 は、電子輸送層の機能も果たしている。

【0007】 図 4 では、基板 11 上に設けられたホール注入電極 12 と電子注入電極 13 の間に有機化合物であるホール輸送層 14 と発光層 15 と電子輸送層 16 が形成されている。

【0008】 これら有機 EL 素子においては、共通して、信頼性が問題となっている。すなわち、有機 EL 素子は、原理的にホール注入電極と、電子注入電極とを有し、これら電極間から効率よくホール・電子を注入輸送するための有機層を必要とする。しかしながら、これらの材料は、製造時にダメージを受けやすく、電極との親和性にも問題がある。また、電子注入用の電子注入電極に仕事関数の低い金属を用いる必要がある。そのため、材料として MgAg、AlLi などを用いざるを得ない。しかし、これらの材料は酸化し易く、安定性に欠け、有機 EL 素子の寿命を律したり、信頼性の問題を招く大きな要因となっている。さらに、有機薄膜の劣化も LED、LD に較べると著しく大きいという問題を有している。

【0009】 また、有機材料は比較的高価なものが多く、低コストの有機 EL 素子応用製品を提供するために、その一部の構成膜を安価な無機材料で置き換えることのメリットは大きい。

【0010】 さらに、今まで以上に発光効率を改善し、より低い駆動電圧で、より消費電流の少ない素子の開発も望まれている。

【0011】 このような問題を解決するために、有機材料と無機半導体材料のそれぞれのメリットを利用する方法が考えられている。すなわち、有機ホール輸送層を無機 p 型半導体に置き換えた有機／無機半導体接合である。このような検討は、特許第 2636341 号、特開平 2-139893 号公報、特開平 2-207488 号公報、特開平 6-119973 号公報で検討されているが、発光特性や基本素子の信頼性で素子従来の有機 EL を越える特性を得ることが不可能であった。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、長寿命で、耐候性を備え、安定性が高く、高効率で、しかも安価な有機 EL 素子を実現することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】 上記目的は以下の構成に

より達成される。

(1) 基板と、この基板上に形成された一対のホール注入電極と電子注入電極と、これらの電極間に設けられた少なくとも発光機能に関与する有機層とを有し、この有機層と電子注入電極の間には、第1成分として酸化リチウム、酸化ルビジウム、酸化カリウム、酸化ナトリウム、および酸化セシウムから選択される1種以上の酸化物と、第2成分として酸化ストロンチウム、酸化マグネシウム、および酸化カルシウムから選択される1種以上の酸化物と、第3成分として酸化シリコン、および/または酸化ゲルマニウムとを含有する無機電子注入輸送層を有する有機EL素子。

(2) 前記電子注入電極は、Al, Ag, In, Ti, Cu, Au, Mo, W, Pt, PdおよびNiから選択される1種または2種以上の金属元素により形成されている上記(1)の有機EL素子。

(3) 前記無機電子注入輸送層は、各構成成分が全成分に対して、

第1成分：5～95 mol%、

第2成分：5～95 mol%、

第3成分：5～95 mol%含有する上記(1)または(2)の有機EL素子。

(4) 前記無機電子注入輸送層の膜厚は、0.1～2 nmである上記(1)～(3)のいずれかの有機EL素子。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の有機EL素子は、基板と、この基板上に形成された一対のホール注入電極と電子注入電極と、これらの電極間に設けられた少なくとも発光機能に関与する有機層とを有し、この有機層と電子注入電極の間には、第1成分として酸化リチウム、酸化ルビジウム、酸化カリウム、酸化ナトリウム、および酸化セシウムから選択される1種または2種以上の酸化物と、第2成分として酸化ストロンチウム、酸化マグネシウム、および酸化カルシウムから選択される1種または2種以上の酸化物と、第3成分として酸化シリコン、および/または酸化ゲルマニウムを含有する無機電子注入輸送層を有する。

【0015】第1成分、第2成分、第3成分(安定剤)の3成分により無機電子注入輸送層を構成することにより、特別に電子注入機能を有する電極を形成する必要がなく、比較的安定性が高く、導電率の良好な金属電極を用いることができる。そして、無機電子注入輸送層の電子注入輸送効率が向上すると共に、素子の寿命が延びることになる。

【0016】無機電子注入輸送層は、第1成分として酸化リチウム(Li₂O)、酸化ルビジウム(Rb₂O)、酸化カリウム(K₂O)、酸化ナトリウム(Na₂O)、および酸化セシウム(Cs₂O)の1種または2種以上を含有する。これらは単独で用いてもよいし、2種以上

を混合して用いてもよく、2種以上を用いる場合の混合比は任意である。また、これらのなかでは酸化リチウム(Li₂O)が最も好ましく、次いで酸化ルビジウム(Rb₂O)、次いで酸化カリウム(K₂O)、および酸化ナトリウム(Na₂O)が好ましい。これらを混合して用いる場合には、これらのなかで酸化リチウムと酸化ルビジウムの総計が40 mol%以上、特に50 mol%以上含有されていることが好ましい。

【0017】無機電子注入輸送層は、第2成分として酸化ストロンチウム(SrO)、酸化マグネシウム(MgO)、および酸化カルシウム(CaO)の1種または2種以上を含有する。これらは単独で用いてもよいし、2種以上を混合して用いてもよく、2種以上を用いる場合の混合比は任意である。また、これらのなかでは酸化ストロンチウムが最も好ましく、次いで酸化マグネシウム、酸化カルシウムの順に好ましい。これらを混合して用いる場合には、これらのなかで酸化ストロンチウムが40 mol%以上含有されていることが好ましい。

【0018】無機電子注入輸送層は、第3成分(安定剤)として酸化シリコン(SiO₂)、および/または酸化ゲルマニウム(GeO₂)を含有する。これらはいずれか一方を用いてもよいし、両者を混合して用いてもよく、その際の混合比は任意である。

【0019】上記の各酸化物は、通常化学量論組成で存在するが、これから多少偏倚していてもよい。

【0020】また、本発明の無機電子注入輸送層は、好ましくは上記各構成成分が全成分に対して、SrO、MgO、CaO、Li₂O、Rb₂O、K₂O、Na₂O、Cs₂O、SiO₂、GeO₂に換算して、

第1成分：5～95 mol%、より好ましくは50～90 mol%、

第2成分：5～95 mol%、より好ましくは50～90 mol%、

第3成分：0.5～20 mol%、より好ましくは5～10 mol%、含有する。

【0021】無機電子注入輸送層の膜厚としては、好ましくは0.1～2 nm、より好ましくは0.3～0.8 nmである。

【0022】上記の無機電子注入輸送層の製造方法としては、スパッタ法、EB蒸着法などの各種の物理的または化学的な薄膜形成方法などが考えられるが、スパッタ法が好ましい。

【0023】無機絶縁性電子注入層をスパッタ法で形成する場合、スパッタ時のスパッタガスの圧力は、0.1～1 Paの範囲が好ましい。スパッタガスは、通常のスパッタ装置に使用される不活性ガス、例えばAr、Ne、Xe、Kr等が使用できる。また、必要によりN₂を用いてもよい。スパッタ時の雰囲気としては、上記スパッタガスに加え、O₂を1～99%程度混合してもよい。タ

ターゲットとしては上記酸化物を用い、1元または多元スパッタとすればよい。なお、通常ターゲットは上記主成分、副成分、および添加剤を含む混合ターゲットとなる。この場合、成膜された膜組成は、ターゲットとほぼ同等か、あるいはこれより多少酸素の少ない組成となる。

【0024】スパッタ法としてはRF電源を用いた高周波スパッタ法や、DCスパッタ法等が使用できるが、特にRFスパッタが好ましい。スパッタ装置の電力としては、好ましくはRFスパッタで0.1~10W/cm²の範囲が好ましく、成膜レートは0.1~50nm/min、特に1~10nm/minの範囲が好ましい。

【0025】なお、無機電子注入層を積層する際、有機層等がアッシング(Ashing)され、ダメージを受ける恐れがある場合、無機電子注入層を2層に分けて積層するとよい。すなわち、最初に酸素を加えることなく薄く積層し、さらに酸素を加えて厚く積層する。この場合、酸素を加えないときの膜厚は全体の1/5~4/5程度とする。このとき、酸素を加えないで成膜した酸素欠乏層は通常酸素含有量の60~90%程度が好ましい。また、酸素を加えて成膜した酸化層は通常酸化物としての化学量論組成で存在するが、これから多少偏倚していてもよい。したがって、酸素欠乏層と酸化層との酸素含有量の差は、好ましくは10%以上、特に20%以上である。また、上記範囲で酸素量が連続的に変化していてもよい。

【0026】成膜時の基板温度としては、室温(25℃)~150℃程度である。

【0027】無機電子注入層の上(発光層と反対側)には、陰電極を有する。この陰電極は、低仕事関数で電子注入性を有している必要がないため、特に限定される必要はなく、通常金属を用いることができる。なかでも、導電率や扱いやすさの点で、Al, Ag, In, Ti, Cu, Au, Mo, W, Pt, PdおよびNi、特にAl, Agから選択される1種または2種等の金属元素が好ましい。

【0028】本発明の有機EL素子は、上記無機電子注入輸送層との組み合わせにおいて、陰電極として上記金属元素を用いることが好ましいが、必要に応じて下記のものを用いてもよい。例えば、K、Li、Na、Mg、La、Ce、Ca、Sr、Ba、Sn、Zn、Zr等の金属元素単体、または安定性を向上させるためにそれらを含む2成分、3成分の合金系、例えばAg・Mg(Ag:0.1~50at%)、Al・Li(Li:0.01~14at%)、In・Mg(Mg:50~80at%)、Al・Ca(Ca:0.01~20at%)等が挙げられる。

【0029】陰電極薄膜の厚さは、電子を無機電子注入輸送層に与えることのできる一定以上の厚さとするべく、50nm以上、好ましくは100nm以上とすればよ

い。また、その上限値には特に制限はないが、通常膜厚は50~500nm程度とすればよい。

【0030】ホール注入電極材料は、ホール注入層へホールを効率よく注入することのできるものが好ましく、仕事関数4.5eV~5.5eVの物質が好ましい。具体的には、錫ドープ酸化インジウム(ITO)、亜鉛ドープ酸化インジウム(IZO)、酸化インジウム(In₂O₃)、酸化スズ(SnO₂)および酸化亜鉛(ZnO)のいずれかを主組成としたものが好ましい。これらの酸化物はその化学量論組成から多少偏倚していてもよい。

In₂O₃に対するSnO₂の混合比は、1~20wt%、さらには5~12wt%が好ましい。また、IZOでのIn₂O₃に対するZnO₂の混合比は、通常、12~32wt%程度である。

【0031】ホール注入電極は、仕事関数を調整するため、酸化シリコン(SiO₂)を含有していてもよい。酸化シリコン(SiO₂)の含有量は、ITOに対するSiO₂のmol比で0.5~10%程度が好ましい。SiO₂を含有することにより、ITOの仕事関数が増大する。

【0032】光を取り出す側の電極は、発光波長帯域、通常400~700nm、特に各発光光に対する光透過率が50%以上、より好ましくは60%以上、さらには80%以上、特に90%以上であることが好ましい。透過率が低くなると、発光層からの発光自体が減衰され、発光素子として必要な輝度を得難くなってくる。なお、コントラスト比を向上させたりして、視認性を向上させる等の目的で、光透過率を低下させる場合もある。

【0033】電極の厚さは、50~500nm、特に50~300nmの範囲が好ましい。また、その上限は特に制限はないが、あまり厚いと透過率の低下や剥離などの心配が生じる。厚さが薄すぎると、十分な効果が得られず、製造時の膜強度等の点でも問題がある。

【0034】本発明の有機EL素子は、例えば図1に示すように、基板1/ホール注入電極2/ホール注入輸送層4/発光層5/無機電子注入輸送層6/陰電極3とが順次積層された構成とする。また、例えば、図2に示すように基板1/陰電極3/無機電子注入輸送層6/発光層5/ホール注入輸送層4/ホール注入電極2と、通常の積層構成(基板側にホール注入電極がある。)とは逆に積層された構成としてもよい。逆積層とすることにより、無機電子注入層成膜時のアッシングによる有機層へのダメージが防止できる。この場合、無機電子注入輸送層は上記2層構造とすればよい。これらは、たとえば、ディスプレイの作製プロセス等により、適宜選択し使用される。図1、2において、ホール注入電極2と陰電極3の間には、駆動電源Eが接続されている。なお、上記発光層5は、広義の発光層を表し、ホール注入輸送層、狭義の発光層、ホール輸送層等を含む。

【0035】また、上記の素子は、発光層を多段に重ね

でもよい。このような素子構造により、発光色の色調調整や多色化を行うことができる。

【0036】発光層は、少なくとも発光機能に関与する1種類、または2種類以上の有機化合物薄膜の積層膜からなる。

【0037】発光層は、ホール（正孔）および電子の注入機能、それらの輸送機能、ホールと電子の再結合により励起子を生成させる機能を有する。発光層には、比較的電子的にニュートラルな化合物を用いることで、電子とホールを容易かつバランスよく注入・輸送することが

できる。

【0038】発光層は、必要により、狭義の発光層の他、さらにホール注入輸送層、電子輸送層等を有していてもよい。

【0039】ホール注入輸送層は、ホール注入電極からのホールの注入を容易にする機能、ホールを安定に輸送する機能および電子を妨げる機能を有するものであり、必要により設けられる電子輸送層は、無機電子注入輸送層からの電子の注入を容易にする機能、電子を安定に輸送する機能およびホールを妨げる機能を有するものである。これらの層は、発光層に注入されるホールや電子を増大・閉じこめさせ、再結合領域を最適化させ、発光効率を改善する。なお、通常、有機の電子輸送層は設けな

い。

【0040】発光層の厚さ、ホール注入輸送層の厚さおよび電子輸送層の厚さは、特に制限されるものではなく、形成方法によっても異なるが、通常5〜500nm程度、特に10〜300nmとすることが好ましい。

【0041】ホール注入輸送層の厚さおよび電子輸送層の厚さは、再結合・発光領域の設計によるが、発光層の厚さと同程度または1/10〜10倍程度とすればよい。ホールの注入層と輸送層とを分ける場合は、注入層は1nm以上、輸送層は1nm以上とするのが好ましい。このときの注入層、輸送層の厚さの上限は、通常、注入層で500nm程度、輸送層で500nm程度である。このような膜厚については、注入輸送層を2層設けるときも同じである。

【0042】有機EL素子の発光層には、発光機能を有する化合物である蛍光性物質を含有させる。このような蛍光性物質としては、例えば、特開昭63-264692号公報に開示されているような化合物、例えばキナクリドン、ルブレン、スチリル系色素等の化合物から選択される少なくとも1種が挙げられる。また、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム等の8-キノリノールまたはその誘導体を配位子とする金属錯体色素などのキノリン誘導体、テトラフェニルプタジェン、アントラセン、ペリレン、コロネン、12-フタロベリノン誘導体等が挙げられる。さらには、特開平8-12600号公報（特願平6-110569号）に記載のフェニルアン

6-114456号）に記載のテトラアリアルエテン誘導体等を用いることができる。

【0043】また、それ自体で発光が可能なホスト物質と組み合わせて使用することが好ましく、ドーパントとしての使用が好ましい。このような場合の発光層における化合物の含有量は0.01〜10wt%、さらには0.1〜5wt%であることが好ましい。ホスト物質と組み合わせて使用することによって、ホスト物質の発光波長特性を変化させることができ、長波長に移行した発光が可能になるとともに、素子の発光効率や安定性が向上する。

【0044】ホスト物質としては、キノリノラト錯体が好ましく、さらには8-キノリノールまたはその誘導体を配位子とするアルミニウム錯体が好ましい。このようなアルミニウム錯体としては、特開昭63-264692号、特開平3-255190号、特開平5-70733号、特開平5-258859号、特開平6-215874号等に開示されているものを挙げることができる。

【0045】具体的には、まず、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム、ビス（8-キノリノラト）マグネシウム、ビス（ベンゾ[f]-8-キノリノラト）亜鉛、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）アルミニウムオキシド、トリス（8-キノリノラト）インジウム、トリス（5-メチル-8-キノリノラト）アルミニウム、8-キノリノラトリチウム、トリス（5-クロロ-8-キノリノラト）ガリウム、ビス（5-クロロ-8-キノリノラト）カルシウム、5,7-ジクロロ-8-キノリノラトアルミニウム、トリス（5,7-ジプロモ-8-ヒドロキシキノリノラト）アルミニウム、ポリ〔亜鉛（II）-ビス（8-ヒドロキシ-5-キノリニル）メタン〕等がある。

【0046】また、8-キノリノールまたはその誘導体のほかに他の配位子を有するアルミニウム錯体であってもよく、このようなものとしては、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（フェノラト）アルミニウム(III)、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（オルトクレゾラト）アルミニウム(III)、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（メタクレゾラト）アルミニウム(III)、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（パラクレゾラト）アルミニウム(III)、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（オルトフェニルフェノラト）アルミニウム(III)、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（メタフェニルフェノラト）アルミニウム(II)、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（パラフェニルフェノラト）アルミニウム(III)、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（2,3-ジメチルフェノラト）アルミニウム(III)、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（2,6-ジメチルフェノラト）アルミニウム(III)、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（2,4-ジメチルフェノラト）アルミニウム(III)

ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(3, 5-ジメチルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(3, 5-ジ-tert-ブチルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(2, 6-ジフェニルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(2, 4, 6-トリフェニルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)

(2, 3, 6-トリメチルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(2, 3, 5, 6-テトラメチルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(1-ナフトラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(2-ナフトラト)アルミニウム(III)、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラト)

(オルト-フェニルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラト)(パラ-フェニルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラト)(メタ-フェニルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラト)(3, 5-ジメチルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラト)(3, 5-ジ-tert-ブチルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-4-エチル-8-キノリノラト)(パラ-クレゾラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-4-メトキシ-8-キノリノラト)(パラ-フェニルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-5-シアノ-8-キノリノラト)(オルト-クレゾラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-6-トリフルオロメチル-8-キノリノラト)(2-ナフトラト)アルミニウム(III)等がある。

【0047】このほか、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)- μ -オキソ-ビス(2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)- μ -オキソ-ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)、ビス(4-エチル-2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)- μ -オキソ-ビス(4-エチル-2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-4-メトキシキノリノラト)アルミニウム(III)- μ -オキソ-ビス(2-メチル-4-メトキシキノリノラト)アルミニウム(III)、ビス(5-シアノ-2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)- μ -オキソ-ビス(5-シアノ-2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-5-トリフルオロメチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)- μ -オキソ-ビス(2-メチル-5-トリフルオロメチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)等であっても

よい。

【0048】このほかのホスト物質としては、特開平8-12600号公報(特願平6-110569号)に記載のフェニルアントラセン誘導体や特開平8-12969号公報(特願平6-114456号)に記載のテトラアリールエテン誘導体なども好ましい。

【0049】発光層は電子輸送層を兼ねたものであってもよく、このような場合はトリス(8-キノリノラト)アルミニウム等を使用することが好ましい。これらの蛍光性物質を蒸着すればよい。

【0050】また、発光層は、必要に応じて、少なくとも1種のホール注入輸送性化合物と少なくとも1種の電子注入輸送性化合物との混合層とすることも好ましく、さらにはこの混合層中にドーパントを含有させることが好ましい。このような混合層における化合物の含有量は、0.01~20wt%、さらには0.1~15wt%とすることが好ましい。

【0051】混合層では、キャリアのホッピング伝導パスができるため、各キャリアは極性的に有利な物質中を移動し、逆の極性のキャリア注入は起こりにくくなるため、有機化合物がダメージを受けにくくなり、素子寿命がのびるという利点がある。また、前述のドーパントをこのような混合層に含有させることにより、混合層自体のもつ発光波長特性を変化させることができ、発光波長を長波長に移行させることができるとともに、発光強度を高め、素子の安定性を向上させることもできる。

【0052】混合層に用いられるホール注入輸送性化合物および電子注入輸送性化合物は、各々、後述のホール注入輸送性化合物および電子注入輸送性化合物の中から選択すればよい。なかでも、ホール注入輸送性化合物としては、強い蛍光を持ったアミン誘導体、例えばホール輸送性化合物であるトリフェニルジアミン誘導体、さらにはスチリルアミン誘導体、芳香族縮合環を持つアミン誘導体を用いるのが好ましい。

【0053】電子注入輸送性の化合物としては、キノリン誘導体、さらには8-キノリノールないしその誘導体を配位子とする金属錯体、特にトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(A1q3)を用いることが好ましい。また、上記のフェニルアントラセン誘導体、テトラアリールエテン誘導体を用いるのも好ましい。

【0054】ホール注入輸送層用の化合物としては、強い蛍光を持ったアミン誘導体、例えば上記のホール輸送性化合物であるトリフェニルジアミン誘導体、さらにはスチリルアミン誘導体、芳香族縮合環を持つアミン誘導体を用いるのが好ましい。

【0055】この場合の混合比は、それぞれのキャリア移動度とキャリア濃度によるが、一般的には、ホール注入輸送性化合物の化合物/電子注入輸送機能を有する化合物の重量比が、1/99~99/1、さらに好ましくは10/90~90/10、特に好ましくは20/80

～80/20程度となるようにすることが好ましい。

【0056】また、混合層の厚さは、分子層一層に相当する厚み以上で、有機化合物層の膜厚未満とすることが好ましい。具体的には10～150nmとすることが好ましく、さらには50～100nmとすることが好ましい。

【0057】また、混合層の形成方法としては、異なる蒸着源より蒸発させる共蒸着が好ましいが、蒸気圧（蒸発温度）が同程度あるいは非常に近い場合には、予め同じ蒸着ボード内で混合させておき、蒸着することもできる。混合層は化合物同士が均一に混合している方が好ましいが、場合によっては、化合物が島状に存在するものであってもよい。発光層は、一般的には、有機蛍光物質を蒸着するか、あるいは、樹脂バインダー中に分散させてコーティングすることにより、発光層を所定の厚さに形成する。

【0058】また、ホール注入輸送性化合物は、例えば、特開昭63-295695号公報、特開平2-191694号公報、特開平3-792号公報、特開平5-234681号公報、特開平5-239455号公報、特開平5-299174号公報、特開平7-126225号公報、特開平7-126226号公報、特開平8-100172号公報、EP0650955A1等に記載されている各種有機化合物を用いることができる。例えば、テトラアリアルベンジジン化合物（トリアルルジアミンないしトリフェニルジアミン：TPD）、芳香族三級アミン、ヒドラゾン誘導体、カルバゾール誘導体、トリアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、アミノ基を有するオキサジアゾール誘導体、ポリチオフェン等である。これらの化合物は、1種のみを用いても、2種以上を併用してもよい。2種以上を併用するときは、別層にして積層したり、混合したりすればよい。

【0059】必要に応じて設けられる電子輸送層には、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（Alq3）等の8-キノリノールまたはその誘導体を配位子とする有機金属錯体などのキノリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ペリレン誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、キノキサリン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、ニトロ置換フルオレン誘導体等を用いることができる。電子輸送層は発光層を兼ねたものであってもよく、このような場合はトリス（8-キノリノラト）アルミニウム等を使用することが好ましい。電子輸送層の形成は、発光層と同様に、蒸着等によればよい。この有機物材料の電子輸送層は、通常、必要ではないが、素子の構成その他の条件により設けてもよい。

【0060】ホール注入輸送層、発光層および有機材料の電子輸送層の形成には、均質な薄膜が形成できることから、真空蒸着法を用いることが好ましい。真空蒸着法を用いた場合、アモルファス状態または結晶粒径が0.2μm以下の均質な薄膜が得られる。結晶粒径が0.2

電圧を高くしなければならなくなり、ホールの注入効率も著しく低下する。

【0061】真空蒸着の条件は特に限定されないが、 10^{-4} Pa以下の真空度とし、蒸着速度は0.01～1nm/sec程度とすることが好ましい。また、真空中で連続して各層を形成することが好ましい。真空中で連続して形成すれば、各層の界面に不純物が吸着することを防げるため、高特性が得られる。また、素子の駆動電圧を低くしたり、ダークスポットの発生・成長を抑制したりすることができる。

【0062】これら各層の形成に真空蒸着法を用いる場合において、1層に複数の化合物を含有させる場合、化合物を入れた各ボートを個別に温度制御して共蒸着することが好ましい。

【0063】さらに、素子の有機層や電極の酸化を防ぐために、素子上を封止板等により封止することが好ましい。封止板は、湿気の侵入を防ぐために、接着性樹脂層を用いて、封止板を接着し密封する。封止ガスは、Ar、He、N₂等の不活性ガス等が好ましい。また、この封止ガスの水分含有量は、100ppm以下、より好ましくは10ppm以下、特に1ppm以下であることが好ましい。この水分含有量に下限値は特にないが、通常0.1ppm程度である。

【0064】封止板の材料としては、好ましくは平板状であって、ガラスや石英、樹脂等の透明ないし半透明材料が挙げられるが、特にガラスが好ましい。このようなガラス材として、コストの面からアルカリガラスが好ましいが、この他、ソーダ石灰ガラス、鉛アルカリガラス、ホウケイ酸ガラス、アルミノケイ酸ガラス、シリカガラス等のガラス組成のものも好ましい。特に、ソーダガラスで、表面処理の無いガラス材が安価に使用でき、好ましい。封止板としては、ガラス板以外にも、金属板、プラスチック板等を用いることもできる。

【0065】封止板は、スペーサーを用いて高さを調整し、所望の高さに保持してもよい。スペーサーの材料としては、樹脂ビーズ、シリカビーズ、ガラスビーズ、ガラスファイバー等が挙げられ、特にガラスビーズ等が好ましい。スペーサーは、通常、粒径の揃った粒状物であるが、その形状は特に限定されるものではなく、スペーサーとしての機能に支障のないものであれば種々の形状であってもよい。その大きさとしては、円換算の直径が1～20μm、より好ましくは1～10μm、特に2～8μmが好ましい。このような直径のものは、粒長100μm以下程度であることが好ましく、その下限は特に規制されるものではないが、通常直径と同程度以上である。

【0066】なお、封止板に凹部を形成した場合には、スペーサーは使用しても、使用しなくてもよい。使用する場合は好ましい大きさとしては、前記範囲でよいが、径が2～8μmの範囲が好ましい。

【0067】スパーサーは、予め封止用接着剤中に混入されていても、接着時に混入してもよい。封止用接着剤中におけるスパーサーの含有量は、好ましくは0.01～30wt%、より好ましくは0.1～5wt%である。

【0068】接着剤としては、安定した接着強度が保て、気密性が良好なものであれば特に限定されるものではないが、カチオン硬化タイプの紫外線硬化型エポキシ樹脂接着剤を用いることが好ましい。

【0069】本発明において、有機EL構造体を形成する基板としては、非晶質基板たとえばガラス、石英など、結晶基板たとえば、Si、GaAs、ZnSe、ZnS、GaP、InPなどがあげられ、またこれらの結晶基板に結晶質、非晶質あるいは金属のパッファ層を形成した基板も用いることができる。また金属基板としては、Mo、Al、Pt、Ir、Au、Pdなどを用いることができ、好ましくはガラス基板が用いられる。基板は、通常光取り出し側となるため、上記電極と同様な光透過性を有することが好ましい。

【0070】さらに、本発明素子を、平面上に多数並べてもよい。平面上に並べられたそれぞれの素子の発光色を変えて、カラーのディスプレイにすることができる。

【0071】基板に色フィルター膜や蛍光性物質を含む色変換膜、あるいは誘電体反射膜を用いて発光色をコントロールしてもよい。

【0072】色フィルター膜には、液晶ディスプレイ等で用いられているカラーフィルターを用いれば良いが、有機EL素子の発光する光に合わせてカラーフィルターの特性を調整し、取り出し効率・色純度を最適化すればよい。

【0073】また、EL素子材料や蛍光変換層が光吸収するような短波長の外光をカットできるカラーフィルターを用いれば、素子の耐光性・表示のコントラストも向上する。

【0074】また、誘電体多層膜のような光学薄膜を用いてカラーフィルターの代わりにしても良い。

【0075】蛍光変換フィルター膜は、EL発光の光を吸収し、蛍光変換膜中の蛍光体から光を放出させることで、発光色の色変換を行うものであるが、組成としては、バインダー、蛍光材料、光吸収材料の三つから形成される。

【0076】蛍光材料は、基本的には蛍光量子収率が高いものを用いれば良く、EL発光波長域に吸収が強いことが望ましい。実際には、レーザー色素などが適しており、ローダミン系化合物・ペリレン系化合物・シアニン系化合物・フタロシアニン系化合物（サブフタロシアニン等も含む）ナフタロイミド系化合物・縮合環炭化水素系化合物・縮合複素環系化合物・スチリル系化合物・クマリン系化合物等を用いればよい。

【0077】バインダーは、基本的に蛍光を消光しないような材料を選べば良く、フォトリソグラフィ・印刷

等で微細なパターンニングが出来るようなものが好ましい。また、基板上にホール注入電極と接する状態で形成される場合、ホール注入電極（ITO、IZO等）の成膜時にダメージを受けないような材料が好ましい。

【0078】光吸収材料は、蛍光材料の光吸収が足りない場合に用いるが、必要のない場合は用いなくても良い。また、光吸収材料は、蛍光性材料の蛍光を消光しないような材料を選べば良い。

【0079】本発明の有機EL素子は、通常、直流駆動型、パルス駆動型のEL素子として用いられるが、交流駆動とすることもできる。印加電圧は、通常、2～30V程度とされる。

【0080】

【実施例】以下、本発明の具体的実施例を示し、本発明をさらに詳細に説明する。

<実施例1>ガラス基板としてコーニング社製商品名7059基板を中性洗剤を用いてスクラブ洗浄した。次いで、この基板をスパッタ装置の基板ホルダーに固定し、ITO酸化物ターゲットを用いDCマグネトロンスパッタリング法により、ITOホール注入電極層を形成した。

【0081】ITOが成膜された基板を、中性洗剤、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄し、煮沸エタノール中から引き上げて乾燥した。次いで、表面をUV/O₃洗浄した後、真空蒸着装置の基板ホルダーに固定して、槽内を 1×10^{-4} Pa以下まで減圧した。

【0082】次いで、蒸着法により、ポリチオフェンを蒸着速度0.1nm/secで10nmの厚さに蒸着してホール注入層を形成し、TPDを蒸着速度0.1nm/secで20nmの厚さに蒸着してホール輸送層を形成した。

【0083】減圧を保ったまま、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（Alq₃）と、ルブレンとを、全体の蒸着速度0.2nm/secとして40nmの厚さに蒸着し、発光層とした。Alq₃に対してルブレンを5体積%ドープした。

【0084】さらに、減圧を保ったまま、スパッタ装置に移し、原料として酸化ストロンチウム（SrO）、酸化リチウム（Li₂O）、酸化シリコン（SiO₂）を、全成分に対しそれぞれ、

SrO : 80 mol%

Li₂O : 10 mol%

SiO₂ : 10 mol%

となるように混合したターゲットを用い、無機電子注入輸送層を0.8nmの膜厚に成膜した。このときの成膜条件として、基板温度25℃、スパッタガスAr、成膜レート1nm/min、動作圧力0.5Pa、投入電力5W/cm²とした。このとき、初めにスパッタガスをAr : 100%として100SCCM供給しながら無機電子注入輸送層を0.4nmの膜厚に成膜し、続けてAr/O₂ : 1/1として100SCCM供給しながら無機電子注入輸送層を

0.4 nmの膜厚に成膜した。

【0085】さらに、減圧を保ったまま、Alを200 nmの厚さに蒸着して陰電極電極とした。

【0086】最後にガラス封止して有機EL素子（正積層）を得た。また、上記無機電子注入輸送層に代えて、蒸着法により、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（Alq3）を蒸着速度0.2 nm/secとして30 nmの厚さに蒸着し、電子注入輸送層とし、さらに、減圧状態を保ったまま、MgAg（重量比10:1）を蒸着速度0.2 nm/secで200 nmの厚さに蒸着して電子注入電極とした以外は上記と同様にして有機EL素子を作製し、比較サンプルとした。

【0087】得られた有機EL素子に空气中で、電界を印加したところ、ダイオード特性を示し、ITO側をプラス、Al側をマイナスにバイアスした場合、電流は、電圧の増加とともに増加し、封止板側から観察して通常の室内でははっきりとした発光が観察された。また、繰り返し発光動作をさせても、輝度の低下はみられなかった。

【0088】次に、加速試験として、 100 mA/cm^2 の一定電流で発光輝度、寿命特性を調べた。従来の有機材料を電子注入輸送層としたこと以外全く同様の比較サンプルに比べ、10%程度発光輝度が向上していた。また、比較サンプルは100時間以内で輝度が半減したのに対して本発明サンプルは、輝度半減時間が200時間以上であった。

【0089】＜実施例2＞実施例1において、無機電子注入輸送層の主成分、副成分、安定剤を、それぞれ、S

rOからMgO、CaO、またはこれらの混合酸化物に、Li₂OからK₂O、Rb₂O、K₂O、Na₂O、Cs₂O、またはこれらの混合酸化物に、SiO₂からGeO₂、またはSiO₂とGeO₂の混合酸化物に代えたところほぼ同様な結果が得られた。また、陰電極構成材料を、AlからAg、In、Ti、Cu、Au、Mo、W、Pt、Pd、Ni、またはこれらの合金としても同様であった。

【0090】

10 【発明の効果】以上のように本発明によれば、長寿命で、耐候性を備え、安定性が高く、高効率で、しかも安価な有機EL素子を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の有機EL素子の構成例を示す概略断面図である。

【図2】本発明の有機EL素子の他の構成例を示す概略断面図である。

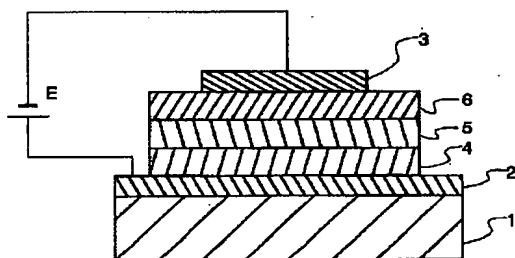
【図3】従来の有機EL素子の構成例を示す概略断面図である。

20 【図4】従来の有機EL素子の他の構成例を示す概略断面図である。

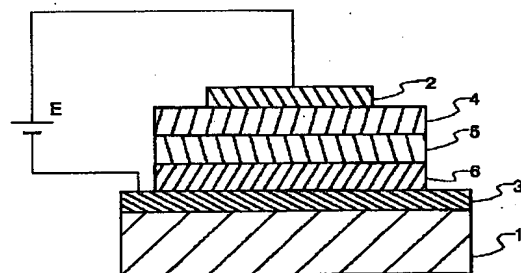
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 ホール注入電極
- 3 陰電極
- 4 ホール注入輸送層
- 5 発光層
- 6 無機電子注入輸送層

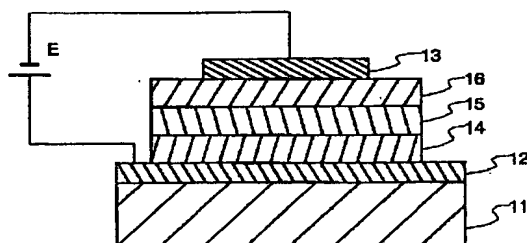
【図1】



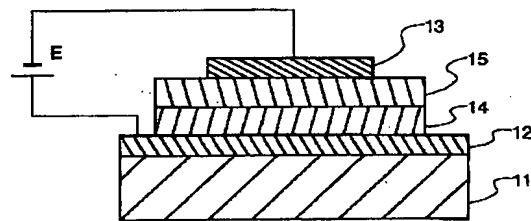
【図2】



【図4】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 三橋 悦央
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティ
ーディーケイ株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB03 AB06 AB11 AB18 DA01
DB03 EB00 EB05 FA01